

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-525594

(P2005-525594A)

(43) 公表日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/122	GO2B 6/12	A
GO2B 6/12	GO2B 6/12	M
GO2B 6/13	GO2B 6/12	F
		2H047

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

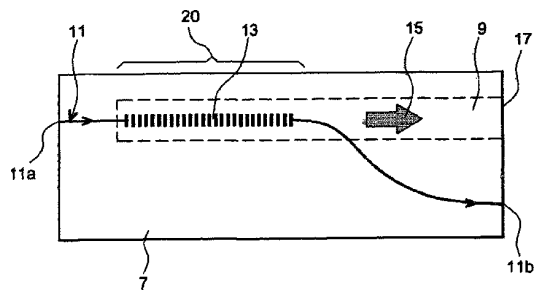
(21) 出願番号	特願2004-504019 (P2004-504019)	(71) 出願人	500427316 ティーム、フォトニクス TEEM PHOTONICS フランス国・F-38240・メイラン・ シュマン・デュ・ヴィュー・シェヌ・6 1
(86) (22) 出願日	平成15年5月12日 (2003.5.12)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(85) 翻訳文提出日	平成16年11月5日 (2004.11.5)	(74) 代理人	100089037 弁理士 渡邊 隆
(86) 国際出願番号	PCT/FR2003/001442	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02003/096083	(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(87) 国際公開日	平成15年11月20日 (2003.11.20)		
(31) 優先権主張番号	02/05842		
(32) 優先日	平成14年5月13日 (2002.5.13)		
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), CA, JP, US		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光クラッドを含んだ集積化された光学素子及びその製造方法

(57) 【要約】

本発明は集積化された光学素子に関する。該光学素子は、基板(7)に少なくとも1つの光ガイド・コア(11)及び少なくとも1つの光クラッド(9)を含み、前記コアと前記クラッドは前記基板内で互いに独立しており、前記クラッドの少なくとも一部分は、前記コアと前記クラッドとの間に少なくとも1つのいわゆる相互干渉領域を限定するように、少なくとも1つのコアの少なくとも一部分を取り囲み、前記クラッドの屈折率は、前記コアの屈折率とは異なっており、そして少なくとも前記コアに近接する前記クラッドの部分において、及び少なくとも前記相互干渉領域において、前記コアの屈折率よりも小さくなっており、前記コア及び/または前記クラッドを通して前記相互干渉領域に光波が導入される。本発明は、例えばスペクトルまたは空間フィルタ、もしくはマッハ・ツェンダ型の干渉計、あるいは温度センサを生成するために、光学的遠隔通信の分野で特に適用可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集積化された光学素子であって、該光学素子は、基板に少なくとも1つの光ガイド・コア(11)及び少なくとも1つの光クラッド(9)を含み、前記コアと前記クラッドは前記基板内で互いに独立しており、前記クラッドの少なくとも一部分は、前記コアと前記クラッドとの間に少なくとも1つのいわゆる相互干渉領域を限定するように、少なくとも1つのコアの少なくとも一部分を取り囲み、前記クラッドの屈折率は、前記コアの屈折率とは異なっており、そして少なくとも前記コアに近接する前記クラッドの部分において、及び少なくとも前記相互干渉領域において、前記コアの屈折率よりも小さくなっており、前記コア及び/または前記クラッドを通して前記相互干渉領域に光波が導入される集積化された光学素子。

10

【請求項 2】

前記クラッドの屈折率は、前記基板の屈折率よりも大きい請求項1に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記相互干渉領域は、前記コア及び/または前記クラッドに形成されたグレーティングを含む請求項1または2に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記光学素子は、第1及び第2の端部(11a、11b)を有するガイド・コア(11)と、光クラッド(9)と、前記コアの部分を取り囲む前記クラッドの部分によって形成された相互干渉領域(20)と、を前記基板(7)内に含み、前記相互干渉領域はグレーティング(13)を備え、光波は、前記端部の一方を通して前記コア内に導入され、かつ他方の端部を通して前記コアから出力に回収される請求項3に記載の光学素子。

20

【請求項 5】

前記コアの前記2つの端部は、前記相互干渉領域の外側にある請求項4に記載の光学素子。

【請求項 6】

前記光学素子は、前記基板(7)内に少なくとも2つのガイド・コア(51、53)を備え、該ガイド・コアはそれぞれ第1及び第2の端部を有し、該第1の端部の双方は、第1のYジャンクション(Y_1)を通して互いに接続され、前記第2の端部の双方は、第2のYジャンクション(Y_2)を通して互いに接続され、当該光学素子は、また、前記コアの一方(51)の少なくとも一部分を取り囲む少なくとも1つのクラッド(52)をも含む請求項1乃至5のいずれかに記載の光学素子。

30

【請求項 7】

請求項1乃至6のいずれかに記載の集積化された光学素子を製造するための方法であって、前記クラッドの屈折率が前記基板の屈折率から異なるように、そして少なくとも前記コアに近接する前記クラッドの部分において、及び少なくとも前記相互干渉領域において、前記コアの屈折率よりも小さいように、前記基板の屈折率を修正することにより、前記コア(11)及び前記クラッド(9)がそれぞれ作られるようにしたことを特徴とする製造方法。

【請求項 8】

前記基板の屈折率は、放射により及び/またはイオン種の導入により修正される請求項7に記載の製造方法。

40

【請求項 9】

a) ステップc)の後に前記光クラッドを得るように前記基板に第1のイオン種を導入するステップと、

b) ステップc)の後に前記ガイド・コアを得るように前記基板に第2のイオン種を導入するステップと、

c) 前記クラッド及び前記ガイド・コアを得るようにステップa)及びb)において導入されるイオンを埋設するステップと、

を含んだ請求項8に記載の製造方法。

50

【請求項 10】

前記第 1 及び / または第 2 のイオン種は、イオン交換により、またはイオン・インプランテーションにより長所的に導入される請求項 9 に記載の製造方法。

【請求項 11】

前記基板はガラスから作られて Na⁺ イオンを含み、前記第 1 及び第 2 のイオン種は、Ag⁺ 及び / または K⁺ イオンである請求項 10 に記載の製造方法。

【請求項 12】

ステップ a) は、前記クラッドを生成するのに適したパターンを含む第 1 のマスク (61) を生成するステップを含み、前記第 1 のイオン種はこの第 1 のマスクを通して導入され、ステップ b) は、前記第 1 のマスクを除去して、前記コアを生成するのに適したパターンを含む第 2 のマスク (65) を生成するステップを含み、前記第 2 のイオン種は、この第 2 のマスクを介して導入される請求項 9 に記載の製造方法。

10

【請求項 13】

ステップ a) は、前記クラッド及び前記コアを得るために用いられ得るパターンを有するマスクを生成するステップを含み、前記第 1 及び第 2 のイオン種はこのマスクを介して導入される請求項 9 に記載の製造方法。

【請求項 14】

前記相互干渉領域 (20) はグレーティング (13) を含み、このグレーティングは、適切なパターンに従って、前記クラッド及び / または前記コアにおける前記基板の実効屈折率を修正することにより得られる請求項 7 乃至 13 のいずれかに記載の製造方法。

20

【請求項 15】

前記適切なグレーティングのパターンは、前記コア及び / または前記クラッドを生成するためのマスクを通して、または特定のマスクを通して、イオン種を導入することにより得られる請求項 14 に記載の製造方法。

【請求項 16】

前記グレーティングの前記適切なパターンは、局部の温度上昇を創成することにより得られる請求項 14 に記載の製造方法。

【請求項 17】

前記グレーティングの前記適切なパターンは、前記相互干渉領域に近接した前記基板をエッチングすることにより得られる請求項 14 に記載の製造方法。

30

【請求項 18】

前記第 1 のイオン種は、ステップ b) の前に少なくとも部分的に埋設され、前記第 1 及び第 2 のイオン種はステップ b) の後に埋設される請求項 9 に記載の製造方法。

【請求項 19】

前記第 1 のイオン種及び前記第 2 のイオン種は、ステップ b) の後に埋設される請求項 9 に記載の製造方法。

【請求項 20】

前記埋設の少なくとも部分は、電界を印加するステップを含んで行われる請求項 9 乃至 19 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 21】

前記埋設の少なくとも部分は、イオン浴槽において再拡散することにより行われる請求項 9 乃至 20 のいずれかに記載の製造方法。

40

【請求項 22】

前記埋設のすべてまたは部分は、前記基板の表面上に少なくとも 1 つの層の物質を沈積することにより行われる請求項 9 乃至 21 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 23】

前記第 1 のイオン種及び / または前記第 2 のイオン種は、電界の印加でもって導入される請求項 9 乃至 22 のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、光クラッドを含んだ集積化された光学素子及びその製造方法に関する。

【0002】

本発明は、光ガイドのコア内を伝播するモードの特性の変更及び/またはクラッド・モードの励起を必要とするすべての分野における応用、特に、例えば集積化された光学素子におけるスペクトル・フィルタまたは温度センサを作るための光学的遠隔通信の分野における応用のために用いられる。

【背景技術】

【0003】

光クラッドは、特に光ファイバの分野において知られている。光クラッドは通常ファイバ・コアを取り囲んでおり、該コアの屈折率よりも小さい屈折率を有し、それにより、これらのファイバのコア内で光波の伝播を可能とする。

【0004】

クラッドの屈折率の値を変更することにより、光ファイバのコア内における伝播モードの伝播特性は変更され得、特に、その案内特性が最適化され、明確な色彩分散は減少され得る。

【0005】

ファイバのコアにおける1つまたはそれ以上の案内モードをファイバのクラッド・モードに結合するために、またはその逆のために、これらの光クラッドを光ファイバグレーティング (optical fibre gratings) で作ることによりクラッド・モードを使用する方法も知られている。これに関するさらなる情報は、例えば、米国特許第5,430,817号に与えられている。

【0006】

すべての場合において、ファイバのコアは、光クラッド無しでは光波の正しい伝播を可能としない。クラッド及びコアは従属関係にあり、ファイバを形成する。

【0007】

図1及び図2は、光ファイバグレーティングを有する、従来技術により用いられる光クラッドの例示的な実施形態を通しての、それぞれ斜視図及び断面図を概略的に示している。

【0008】

このように、図1には、光波が案内される屈折率 n_c を有するファイバのコア1が示され、光クラッド2は、屈折率 n_g を有し、該屈折率をコアの屈折率から異ならせるように ($n_c > n_g$) 屈折率を変化させることによりこの光波を案内し、機械クラッド3は、アセンブリを保護する。図1においては、機械クラッドは、図を単純化するために、わざと部分的に取り除いてある。

【0009】

グレーティング (grating) 6は、ファイバのコア1内に形成され、図2の断面図において、灰色領域と白領域の交互によって表されている。このグレーティングは、コアの残りの領域 (白領域) の屈折率よりも大きい屈折率を有する領域 (灰色領域) をコア内に作ることにより形成される。

【0010】

このグレーティングは、一組の同心の円参照4によって象徴的に表された案内モードを、案内モード4と同じ方向に光クラッド2内を伝播する1つまたは幾つかのクラッド・モード5に結合する手段を提供する。クラッド・モードもまた、一組の同心円参照5によって象徴的に表される。

【0011】

異なったモード間の結合は、以下の既知の関係によって決定された波長 λ_j に対して起こる：

$$\lambda_j = \lambda_0 \times (n_0 - n_j) \quad (1)$$

ここで、

n_0 は、案内されるモード (4) の実効屈折率であり、

10

20

30

40

50

n_j は、クラッド・モード数 j の実効屈折率であり、
 λ_j は、モード j に結合するための共振波長であり、
 Λ は、グレーティング周期である。

【0012】

一般に、実効屈折率 n_0 と n_j との間には小さい差 (10^{-2} の数倍から 10^{-3} の数倍) があり、光案内によって問題とされる波長範囲は、約 $1.5 \mu\text{m}$ である。従って、上記関係式 (1) は、グレーティング周期がしばしば数十 μm から数千 μm の程度にあることを示す。

【0013】

例えば、この型の要素はフィルタ素子として用いられる。

10

【0014】

カップリングは、波長 λ_j に対し案内モード 4 とクラッド・モード 5 との間にエネルギー伝達を創成する。クラッド・モードにおいて結合されたエネルギーは、次に、クラッド内のモードの伝播に沿ってクラッドの外側で分散され、それにより、ガイド 1 からの出力において回復された光波は、“フィルタ” スペクトル帯上で波長 λ_j に対しエネルギー損失を有するパワースペクトルを有する。さらに、クラッド・モードにおける結合されたエネルギーは、寄生反射に関してフィルタを孤立させるグレーティングにより影響されない。

【0015】

集積化された光学素子では、通常、光波は、基板の 1 つまたはそれ以上の層内にコアを限定することによって、ガイドのコア内を案内され、これらの層は、コアの屈折率よりも小さい屈折率を有する。

20

【0016】

さらに、米国特許第 5,949,934 号には、集積化された光学素子におけるガイドのコア内に形成されたグレーティングの各側で光クラッドを用いることが記載されており、このアセンブリは基板上に配列される。このクラッドは、層を重ねることにより作られ、該層間にコアが挟まれる。従って、この特許においては、コアが配列されている層無しではコアが存在することができないので、コアはクラッドに依存している。このように、この特許に記載されているクラッドは、クラッド・モードを誘起し、ガイド・コアに対する支持を提供することを可能とする。さらに、クラッドは普通、基板と同じ屈折率を有するので、クラッドは、基板と光学的に異なったものではない。

30

【0017】

従って、現在のところ、集積化された光学素子における光ガイド・コアと関連しており、もしくはファイバ・コアとさえ関連しており、そしてこのコアから独立している、及びその逆の任意の光クラッドは存在しない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の目的は、クラッドが関連されているガイド・コアから独立している少なくとも 1 つの光クラッドを有した集積化された光学素子を開示することである。コア及びクラッドの独立とは、それらが互いに独立して基板に存在し得るということの意味する。

40

【0019】

本発明の他の目的は、特に、コア内を伝播するモードの少なくとも 1 つの特性を修正することができる、及び/またはこのクラッド内に 1 つ以上の伝播モードを誘起することができる、少なくとも 1 つの光ガイド・コアと関連した少なくとも 1 つの光クラッドを有した集積化された光学素子を製造することである。

【0020】

特に、コア内を伝播するモードの特性は、実効屈折率、モード・サイズ及び/または位相であり得る。

【課題を解決するための手段】

【0021】

50

詳細には、本発明は、集積化された光学素子であって、該光学素子は、基板に少なくとも1つの光ガイド・コア及び少なくとも1つの光クラッドを含み、前記コアと前記クラッドは前記基板内で互いに独立しており、前記クラッドの少なくとも一部分は、前記コアと前記クラッドとの間に少なくとも1つのいわゆる相互干渉領域を限定するように、少なくとも1つのコアの少なくとも一部分を取り囲み、前記クラッドの屈折率は、前記コアの屈折率とは異なっており、そして少なくとも前記コアに近接する前記クラッドの部分において、及び少なくとも前記相互干渉領域において、前記コアの屈折率よりも小さくなっており、前記コア及び/または前記クラッドを通して前記相互干渉領域に光波が導入される集積化された光学素子に関する。

【0022】

明らかに、基板は、単一の物質から作られ得るか、もしくは幾つかの層の物質を積み重ねることにより作られ得る。基板が幾つかの層の物質から作られる場合、クラッドの屈折率は、基板の屈折率と、少なくともクラッドに近接した層において異なっている。

【0023】

好適な一実施形態によれば、クラッド及びコアは、従来技術におけるように層を転移させることによってではなく、基板の屈折率を変更することにより、基板から作られる。

【0024】

本発明によれば、ガイドは、光が光の伝播方向を含む平面に限定される場合には平面ガイドであって良く、もしくは光が光の伝播方向と交差する2つの方向に限定される場合にはマイクロガイドであって良い。

【0025】

ガイド・コア及びクラッドは、互いに独立しており、換言すれば、互いに独立して基板内に存在し得る。

【0026】

また、本発明の1つの長所的な実施形態においては、クラッドはガイド・コアの一部分だけを取り囲む。従って、クラッドは、相互干渉領域においてのみガイド・コア内の光波の伝播に作用し、そしてクラッドは、コアとは独立して光波を案内しもしくは搬送する。

【0027】

クラッドはコアから独立しているので、クラッド及びコアのパラメータは、必要とされる使用に対して容易に適合され得る。従って、寸法や屈折率の値、並びにガイド・コアの寸法や屈折率の値に対してクラッドの位置を変えることは容易である。このように、ガイド・コア内を伝播するモードの、及び/またはクラッドにおける1つ以上の伝播モードの少なくとも1つの特性が変更され得る。

【0028】

長所的には、クラッドは、基板の屈折率よりも大きい屈折率を有し、それにより、クラッドの伝播モードが誘起され得る。

【0029】

さらに、第1の実施形態によれば、光波は、これらのクラッド・モードを誘起するために、クラッド内に導入される。そして第1の実施形態と結合され得る第2の実施形態によれば、相互干渉領域は、ガイド・コア内に及び/またはクラッド内に形成されたグレーティングすなわち格子 (grating) を含む。

【0030】

この第2の実施形態によれば、光波がガイド・コア内に導入された場合、次に、ガイド・コアは、相互干渉領域における1つまたは幾つかのクラッド・モードに結合され、逆に、光波がクラッド内に導入された場合、クラッド・モードは、相互干渉領域におけるコアの案内されたモードに結合される。

【0031】

グレーティングは、周期的であるかもしくは擬似周期的であり、一連のグレーティングから成っても良い。

【0032】

10

20

30

40

50

幾つかの相互干渉領域を創成するよう、1つまたは幾つかのガイド・コアを1つまたは幾つかの光クラッドに結合することにより、多くの集積化された光学素子が作られ得、各相互干渉領域は、グレーティングを含んでも良くまた含まなくても良い。

【0033】

従って、第1及び第2の端部を含むガイド・コアと、光クラッドと、コアの部分を取り囲むクラッドの部分によって形成される相互干渉領域と、を基板内に備えた素子を作ることが可能であり、相互干渉領域はグレーティングを備え、光波は、端部の一方を通してコア内に導入され、他方の端部を通してコアからの出力で回収される。

【0034】

長所的には、コアの2つの端部は、相互干渉領域の外部にあり、このことは、光波の導入及び/または回収に対して良好な柔軟性を可能とし、この素子がフィルタとして用いられる場合には良好なフィルタリングを可能とする。

10

【0035】

特に、この素子は、光フィルタを作るために用いられ得る：コア内に導入された光波の案内されたモードは、相互干渉領域において、グレーティングを介して、関係式(1)において定義された波長 λ_j に対する1つまたは幾つかのクラッド・モードに結合される。クラッド・モードにおける光波の結合された部分は、クラッドからの出力において回収されても良くまたは回収されなくても良く、そして光波の結合されない部分、換言すれば、波長 λ_j に対するフィルタリングされた光波は、コアからの出力において回収される。

【0036】

同様に、グレーティングの無い本発明による素子を作ることにもできる。

20

【0037】

特に、本発明の素子は干渉計であって良く、第1及び第2の端部を有した少なくとも2つのガイド・コアを備える。第1の端部は、第1のY接合部(もしくはジャンクション)を介して互いに接続され、第2の端部は、第2のYジャンクションを介して互いに接続される。この素子は、また、コアの一方の少なくとも一部分を取り囲む少なくとも1つのクラッドを備える。

【0038】

長所的には、基板はガラスから作られる。

【0039】

明らかに、基板は、他の材料、例えば、KTPまたはLiNbO₃またはLiTaO₃型の結晶材料から作られても良い。

30

【0040】

さらに、光クラッド及び/またはガイド・コア及び/またはグレーティングは、基板の屈折率を変更するために用いられ得る任意の技術の型を用いて作られて良い。特に、イオン交換があり、イオン・インプランテーションがあり、及び/または放射技術、例えばレーザ絶縁またはレーザ光書込みがある。

【0041】

より一般的には、グレーティングは、基板の実効屈折率を変更することができる任意の技術によって作られ得る。従って、上述の技術に加えて、相互干渉領域に近接した基板をエッチングすることによりグレーティングを作るための技術を加えることが特に可能である。このエッチングは、相互干渉領域の上に行われ得るか、または、相互干渉領域におけるクラッドの部分において及び/またはおそらくは相互干渉領域のコア部分において行われ得る。

40

【0042】

グレーティング・パターンは、放射が用いられる場合にはレーザ走査によって、またはマスクによってのいずれかによって得られる。マスクは、コア及び/またはクラッドを得るために用いられるマスクであって良く、または、グレーティングを作るための特別のマスクであって良い。

【0043】

50

本発明は、また、基板に少なくとも1つの光ガイド・コア及び少なくとも1つの光クラッドを含み、前記コアと前記クラッドは前記基板内で互いに独立しており、前記クラッドの少なくとも一部分は、前記コアと前記クラッドとの間に少なくとも1つのいわゆる相互干渉領域を限定するように、少なくとも1つのコアの少なくとも一部分を取り囲む、集積化された光学素子を製造するための方法であって、前記クラッドの屈折率が前記基板の屈折率から異なるように、そして少なくとも前記コアに近接する前記クラッドの部分において、及び少なくとも前記相互干渉領域において、前記コアの屈折率よりも小さいように、前記基板の屈折率を修正することにより、前記コア及び前記クラッドがそれぞれ作られるようにした製造方法にも関する。

【0044】

前記基板の屈折率は、特に放射により、例えばレーザ絶縁によりまたはレーザ光書込みにより、修正もしくは変更され、及び/またはイオン種の導入により修正もしくは変更される。

【0045】

好適な一実施形態によれば、本発明による方法は、以下のステップ、

a) ステップc)の後に前記光クラッドを得るように前記基板に第1のイオン種を導入するステップと、

b) ステップc)の後に前記ガイド・コアを得るように前記基板に第2のイオン種を導入するステップと、

c) 前記クラッド及び前記ガイド・コアを得るようにステップa)及びb)において導入されるイオンを埋設するステップと、
を含む。

【0046】

明らかに、ステップa)及びb)の順番は逆にすることができる。

【0047】

第1及び/または第2のイオン種は長所的にはイオン交換によりまたはイオン・インプランテーションにより導入される。

【0048】

第1及び第2のイオン種は同じであっても良く、また異なっても良い。

【0049】

第1のイオン種及び/または第2のイオン種は、電界の印加で導入され得る。

【0050】

イオン交換の場合、基板は、交換され得るイオン種を含まなければならない。

【0051】

好適な一実施形態によれば、基板はガラスから作られて、予め導入されているNa⁺イオンを含み、そして前記第1及び第2のイオン種は、Ag⁺及び/またはK⁺イオンである。

【0052】

第1の実施形態によれば、ステップa)は、前記クラッドを生成するのに適したパターンを含む第1のマスクを生成するステップを含み、前記第1のイオン種はこの第1のマスクを通して導入され、ステップb)は、前記第1のマスクを除去して、前記コアを生成するのに適したパターンを含む第2のマスクを生成するステップを含み、前記第2のイオン種は、この第2のマスクを介して導入される。

【0053】

第2の実施形態によれば、ステップa)は、前記クラッド及び前記コアを得るために用いられ得るパターンを有するマスクを生成するステップを含み、ステップa)及びb)における前記第1及び第2のイオン種はこのマスクを介して導入される。

【0054】

本発明に用いられるマスクは、例えば、アルミニウム、クロミウム、アルミナまたは誘電材料から作られ得る。

10

20

30

40

50

【0055】

ステップc)の第1の実施形態によれば、前記第1のイオン種は、ステップb)の前に少なくとも部分的に埋設され、前記第2のイオン種はステップb)の後に少なくとも部分的に埋設される。

【0056】

ステップc)の第2の実施形態によれば、第1のイオン種及び第2のイオン種は、ステップb)の後に同時に埋設される。

【0057】

ステップc)の第3の実施形態によれば、埋設は、クラッドの屈折率よりも長所的に小さい屈折率を有する物質の少なくとも1つの層を、基板の表面上に沈積するステップを含む。

10

【0058】

明らかに、この実施形態は、先の2つの実施形態と結合され得る。

【0059】

長所的に、前記埋設の少なくとも部分は、電界を印加するステップを含んで行われる。

【0060】

一般に、電界及び/または層の沈積による埋設の前に、本発明による方法は、また、イオン浴槽において再拡散することによる埋設をも含む。

【0061】

この再拡散ステップは、第1のイオン種におけるイオンを再拡散するために部分的にステップb)の前に行われ得、第1及び第2のイオン種におけるイオンを再拡散するために部分的にステップb)の後に行われ得る。この再拡散ステップは、また、第1及び第2のイオン種におけるイオンを再拡散するために、全体的にステップb)の後に行われても良い。

20

【0062】

例えば、この再拡散は、基板に予め含まれているのと同じイオン種を含む浴槽に基板を浸すことにより得られる。

【0063】

本発明の他の特徴及び長所は、添付図面を参照しながら為される以下の説明から一層明瞭となるであろう。この説明は、純粹に説明のために与えられるものであって、制限的な

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0064】

これら図面のすべての説明を簡略化するために、ガイド・コア及びクラッドは、基板内に一定の埋設深さで示されているが、コア及びクラッドは、目標とする適用に依存して可変の深さで埋設され得ることは完全に自明である。簡略化のために一定の屈折率を有するクラッドが記載されるが、コアに近接するそれらの屈折率がコアの屈折率よりも小さいならば、本発明の範囲内で可変の屈折率を有するクラッドを用いることが全く可能であろうことは明瞭である。

【0065】

同様に、基板は1つの層を含んでもまたは幾つかの層を含んでも良いが、これらのすべての図面では単一の層を有する基板が示されている。

40

【0066】

図3及び図4は、基板7内の光ガイドのコア11に作られた、グレーティング13と関連した光クラッド9の、集積化された光学素子における例示的な実施形態の、それぞれ斜視図及び断面図を示す。図4を通した断面は、基板の表面と平行な、コア11を含む平面内に為されている。

【0067】

この図において、光クラッド9は、グレーティング13を含むコア11の部分を単に取り囲んでいる。クラッド及びガイド・コアを含む基板の領域は、相互干渉領域と呼ばれる

50

。

【0068】

これらの図においては、相互干渉領域の外側ではコアはもはやクラッド内に位置せず基板内にだけ位置し、このことはコアの光絶縁を可能とするので、コア11はクラッド9と独立して存在するということが全く明瞭である。

【0069】

従って、クラッドは、グレーティングを含んだコアの部分を少なくとも取り囲んで、コア及び基板とは独立して、基板内に人工的に創成される。

【0070】

一般的に、人工的クラッドとは、本発明によって作られるこの型のクラッドを言い、かつ相互干渉領域がグレーティングを含む場合には人工的クラッドを有するグレーティングを言う。

10

【0071】

この例示的な実施形態において、クラッドは、基板の屈折率とガイド・コアの屈折率との間の屈折率を有するように基板内に作られ、これにより、グレーティング13の存在によりクラッド・モードを有することが可能である(図4の参照数字15)。

【0072】

相互干渉領域においてコア11内に作られるグレーティング13は、この例においてコア11の分割化により形成された周期的もしくは擬似周期的パターンのシーケンスである

20

。

【0073】

従って、コア11内を伝播する光波の案内されたモード参照17が、グレーティング13が設けられたこの場合においてクラッド9及びコア11を含む基板の部分によって区画される相互干渉領域に到達するとき、案内されたモード17は、1つまたは幾つかのクラッド・モード15に結合されるであろう。

【0074】

光波をクラッド15に直接導入することも可能であったろうし、次に、クラッド・モードは、グレーティングを通してコアの案内されたモードに結合されたであろう。この導入を可能とするために、クラッドは、その端部の一方(参照数字19)が例えば基板の側壁上に位置するように作られる。

30

【0075】

クラッドはガイド・コアから独立しているので、コアのパラメータ(例えば、寸法、屈折率及び位置など)を目標の使用に適するように、クラッドのパラメータ(例えば、寸法、屈折率及び位置など)を適合させることが可能である。

【0076】

案内されたモードと与えられたクラッド・モードとの間の結合力は、グレーティングの長さ l と結合係数 κ との積を取ることにより得られる。この結合係数は、グレーティングプロフィールによって重み付けされた2つの結合されたモードの重なり積分に比例する。

【0077】

案内されたモード及びクラッド・モードの横断プロフィールをそれぞれ E_0 及び E_j と記し、次に、グレーティングプロフィール n 、結合係数 κ は、以下の型の関係によって与えられる：

40

【0078】

$$\int_0^l E_0 \cdot E_j^* \cdot n \cdot ds \quad (2)$$

【0079】

ここに、 ds は、基板の横断表面全体に渡る積分要素であり、換言すれば、波の伝播軸と垂直の平面における積分要素である。

【0080】

図5は、コアにおける光波の伝播方向と交差する方向 x に沿った相互干渉領域で得られる屈折率 n を有したプロフィールの例を示す。屈折率 n_g を有したクラッドのこの方向に沿

50

った寸法 l_x 及び屈折率 n_c を有したコアのこの同じ方向に沿った寸法 l_x が、このプロフィル上に明瞭に見られ得る。基板の屈折率 n_s が基準として用いられてきた。明らかに、他の屈折率プロフィルが、目標とする使用に依存させてクラッド及びコアのパラメータを変えることにより得られ得る。

【0081】

このように、クラッドにおける寸法及び屈折率が増加するにつれ、伝播することができるクラッド・モードの数が増加し、従って、フィルタ使用における可能なフィルタ帯域の数も増加するであろう。これは、多数のフィルタが必要である場合、もしくはフィルタ・モードの選択に余裕が必要とされる場合に、利点であり得る。

【0082】

逆に、結合され得るクラッド・モードの数を制限することが必要である場合、クラッドの光学幾何学的寸法を減少することが有用である。

【0083】

他の干渉計の型の使用に対しては、クラッドの屈折率の選択は、それが、以下で関係式(3)において定義されるであろう屈折率の差を修正する手段を提供するので、非常に重要である。

【0084】

ガイド・コアの寸法及び屈折率は、その内部を伝播するモードの特性に影響を与え、例えば、ガイド・コアとファイバ・コアとの間の結合の場合にそれをファイバ・モードに適合させるのを可能とする。

【0085】

さらに、コア、クラッド及び基板の屈折率間の差が増加するにつれ、関係式(1)によって示されるように、短いグレーティング周期の間に結合を有する可能性も増加する(与えられた共振波長において、周期は、案内されたモード及びクラッド・モード間の屈折率における差に逆比例する)。

【0086】

ガイドのコア内に形成されたグレーティングを取り囲む光クラッドを備えた要素のための応用分野は、グレーティングを含む光ファイバのための応用分野と同じである。特に、適合されたスペクトルを有する損失フィルタ(例えば線形フィルタ)のような応用もしくはセンサの応用を述べておくことは価値がある。さらに、クラッドをコアから独立させることは、従来技術による概念では可能ではないであろう他の多くの応用を可能とする。

【0087】

グレーティングの寸法は、目標とする使用にも適合され得る。従って、ブレードグレーティングもしくは傾斜ラインを有するグレーティングのような、長い周期(例えば、数十 μm から数千 μm)を有するグレーティング及び短い周期(例えば、数 μm 以下)を有するグレーティングを用いることが可能である。

【0088】

例えば、図6は、フィルタを形成するために本発明による要素の第1の適用例を通しての断面図を示す。

【0089】

このように、図6は、基板7内に、ガイド・コア11と、該コア内に作られたグレーティング13を含む相互干渉領域20においてコア11を取り囲むクラッド9とを備えた集積化された光学素子を示す。この例示的实施形態において、ガイド・コアは、クラッドの一端を通して相互干渉領域においてクラッドを貫通し、相互干渉領域の後、ヘリ曲げの曲率によってクラッドの外に出る。従って、コアは、相互干渉領域の外側でクラッドから分離され、そしてクラッドは、ガイド・コア無しで基板内に存在したままである。

【0090】

コア内を案内される信号の部分は、相互干渉領域におけるグレーティング13において、クラッド・モード15に結合されるか、もしくはその逆である。

【0091】

10

20

30

40

50

従って、光波がコア 11 の端部 11 a を通して要素内に導入されると、コアの案内されたモードは、次に、関係式 (1) によってスペクトル的に定義された 1 つ以上のフィルタ帯域のためのグレーティングモードに、相互干渉領域においてグレーティング 13 を通して結合される。相互干渉領域からの出力においてクラッド・モードに結合された波の部分は、クラッド内を伝播され、他方、初期の波の残りの部分はコア 11 内を運ばれて、コアの端部 11 b を通して回収され得る。

【0092】

反対方向における動作を許容することも可能であつたろう。光波は、次に、コアを含まないクラッドの端部 17 においてクラッド内に導入されるであろう。相互干渉領域 20 内への通過において、グレーティング 13 のフィルタ帯域に対応する波のスペクトル部分は、ガイド・コア 11 において結合され、それは、コアの端部 11 a を通して要素から抽出され得る。

10

【0093】

上述したように、ガイド・コアの部分を局部的に取り囲む光クラッドを作ることは、グレーティングを通して結合する以外の多くの応用にとって有用であり得る。

【0094】

本発明による光クラッドの使用は、コア内を伝播するモードの特性を修正することができる。

【0095】

例えば、図 7 a 及び 7 b は、マッハ・ツェンダ型干渉計を形成するための本発明による要素の第 2 の例示的な応用を示すもので、この要素は相互干渉領域において何等グレーティングを含まず、そしてそれぞれ斜視図、及び基板の表面と直角の、相互干渉領域を含む平面における断面図を示すものである。

20

【0096】

この干渉計は、基板 7 内にガイド・コア 51 とガイド・コア 53 とを含み、両者の端部は、それぞれ参照数字 Y_1 及び Y_2 で示された接合部 Y に接続され、このように 2 つのアームを形成している。

【0097】

1 つのクラッド 52 がコア 51 の部分を取り囲んでおり、このように相互干渉領域を創成している。

30

【0098】

従って、例えば接合部 Y_1 を通して干渉計に導入された光波は、干渉計の 2 つのアームに配分され、次に、接合部 Y_2 における出力で再結合される。2 つのアーム間で累積された位相シフトは、要素からの出力において得られる信号レベルを決定する。

【0099】

クラッド 52 が不在の場合、干渉計は平衡されて $\phi = 0$ である。

【0100】

クラッド 52 が存在する場合、波長 λ における位相シフト ϕ は以下のように表現される：

$$\phi = (2\pi / \lambda) (n_{eff1} - n_{eff2}) \times L \quad (3)$$

40

【0101】

n_{eff1} は、コア - 基板領域における案内されたモードの実効屈折率であり、 n_{eff2} は、コア - クラッド領域における案内されたモードの実効屈折率であり、 L は、本例においてはクラッドの長さである相互干渉領域の長さである。差 $(n_{eff1} - n_{eff2})$ は 10^{-2} の数倍までの値に等しくて良い。

【0102】

普通、当業者は、位相シフトをゼロでなくするためにコアの長さを変えるであろう。本発明によれば、クラッドの使用が、2 つのコア間の位相シフトをゼロでなくする手段を提供し、これら 2 つのコアは同じ長さであることが可能であり、このことは、要素の製造を簡単にする。特に、これらの位相シフトはクラッド・パラメータだけを用いて調節される

50

ので、異なった位相シフトを有することが可能な要素の全範囲を単一のコアのマスクでカバーすることができる。

【0103】

この干渉計の多くの可能な応用があり、特に、それは、スペクトル基準（フリンジ間のピッチの測定）もしくは幾つかの波長（フィルタ）における減衰器を作るために用いられ得る。

【0104】

また、温度センサを作るためにも用いられ得る。

【0105】

関係式3において、クラッドを有するもしくは有しない場合の案内されたモードの実効伝播屈折率間の差（ $n_{eff1} - n_{eff2}$ ）は、特に温度に依存し、従って、要素からの出力における位相シフトは温度の関数でもある。

【0106】

図8aから8bは、イオン交換技術から出発して本発明による要素を作る例示的な方法を示す図であり、基板の表面と直角で相互干渉領域を含む平面における断面図を示す。

【0107】

従って、図8aは、イオンBを含む基板7を示す。

【0108】

例えばフォトリソグラフィによって基板の面の一方の上に第1のマスク61が形成され、このマスクは、得られるべきクラッドの寸法（幅、長さ）の関数として決定される開口を備える。

【0109】

次に、マスク61の開口に近接して位置する領域において、基板に含まれるBイオンとAイオンとの間で第1のイオン交換が行われる。この交換は、例えば、マスクを有する基板を、Aイオンを含む浴槽に浸すことによって、そしておそらくはマスクが位置する基板の面と反対の面との間に電界を印加することによって、得られる。このイオン交換が行われる基板領域はクラッド63を形成する。

【0110】

このクラッドは、上述のように印加された電界の援助でもって、または該援助無しで、Aイオンのための再拡散ステップを行うことによって埋設される。図8bは、クラッドの部分的な埋設ステップの後のクラッドを示す。マスク61は普通このステップの前に除去される。

【0111】

従って、本発明によるクラッドの製造は、ガイド・コアの製造と類似しているが、寸法は異なる。図8cに示される次のステップは、例えばフォトリソグラフィによって、基板の上に新しいマスク65を形成することからなり、それはおそらくは該新しいマスクが形成される基板の面を洗浄した後に行われるであろう。このマスクは、ガイド・コア67を作るために用いられるパターンを備え、特に、コア内にグレーティングが作られる場合には、マスク65のパターンは、形成されるべきグレーティングのパターンに適合され得る。

【0112】

次に、基板のBイオンと、Aイオンと同じでも良いしまたは異なっても良いCイオンとの間で第2のイオン交換が行われる。このイオン交換は、上述したように、Cイオンを含む浴槽に基板を浸すことによって、そしておそらくは電界を印加することによって、行われ得る。

【0113】

最後に、図8dは、電界の援助で、もしくは該援助無しで、イオンCの再拡散並びにクラッドの最終埋設によって得られるコア67の埋設の後に得られる要素を示す。マスク65は普通この埋設ステップの前に除去される。

【0114】

第1及び第2のイオン交換のための条件は、基板、クラッド及びコア間で必要とされる

屈折率における差を得るように定義される。これらの差の調節パラメータは、特に、交換時間、浴槽温度、浴槽内のイオン濃度、並びに電界があるか否かである。

【0115】

例示的な実施形態として、基板7はNa⁺イオンを含むガラスから作られ、マスク61はアルミニウムから作られて約30 μm幅の開口（開口の長さは、目標となる使用に対して必要なクラッド長さに依存する）を有する。

【0116】

第1のイオン交換は、ほぼ20%の濃度におけるAg⁺イオンを含む浴槽で、約330の温度で、約5分の交換時間で行われる。イオンの再拡散は、最初に、約330の温度の空気内で30秒間行われ、次に、そのように形成されたクラッドが部分的にガラス内に埋設される。この埋設は、約260の温度のナトリウムの浴槽内で3分間、再拡散することにより行われる。

10

【0117】

マスク65もアルミニウムから作られ、約3 μm幅の開口パターン（パターンの長さは、目標となる使用に対して必要なコア長さに依存する）を有する。

【0118】

第2のイオン交換も、約20%の濃度におけるAg⁺イオンを含む浴槽で、約330の温度で、約5分の交換時間で行われ、イオンの再拡散は、最初に、約330の温度の空気内で30秒間行われる。次に、そのように形成されたコアは、約260の温度のナトリウムの浴槽内で3分間、再拡散することにより、部分的にガラス内に埋設される。

20

【0119】

クラッド及びコアの最後の埋設は、2つの浴槽（この例においてナトリウム）と接触させて基板の両面での電界下で行われ、それにより、これら2つの浴槽間の電位差が印加され得る。

【0120】

上述した方法の多くの変形例が生成され得る。特に、クラッドとコアとの埋設ステップは、2つの引き続くステップ中に上述したように行われ得るが、これらは同時に行われても良い。というのは、コアはクラッドよりも高いイオン濃度を有するので、クラッドよりも早く埋設されるようになるからであり、このようにすれば、クラッド内にコアを中心付けすることも可能とする。

30

【0121】

コアとクラッドとの間の濃度差は、普通、浴槽内でクラッドを形成するイオンの再拡散によって、もしくはステップa)及びb)において導入されるイオンの濃度差によって得られる。

【0122】

さらに、クラッドを形成するために1つのマスクを用い、そしてガイド・コアを形成するために1つのマスクを用いる代わりに、コアとクラッドが同じ長さを有するならば、単一のマスクを用いることができる。

【0123】

これは、例えばフォトリソグラフィによって、基板上にマスクを作ることにより行われ得、このマスクは、目標とする使用に依存してグレーティング有りまたは無しで形成されるべきコアのパターンを有する。

40

【0124】

第1のイオン交換はクラッドを形成するために行われ、次に、第2のイオン交換はコアを形成するために行われ、コア及びクラッドは埋設される。

【0125】

Na⁺イオンを含むガラス基板7のためのこの実施形態の一例において、単一のマスクはアルミニウムから作られ、約3 μm幅（パターンの長さはクラッド及びコアの必要とされる長さに依存する）の開口パターンを有する。

【0126】

50

第1のイオン交換は、ほぼ1%の低濃度でのAg⁺イオンを含む浴槽で、約330の温度で、約20分の交換時間で、電界を印加することで行われる。ガラス内のイオンの再拡散は、約330の温度の空気内で30秒間行われる。

【0127】

第2のイオン交換は、約20%の濃度でのAg⁺イオンを含む浴槽で、約330の温度で、約8分の交換時間で行われる。ガラス内におけるイオンの再拡散は、約330の温度の空気内で30秒間行われる。

【0128】

最後に、コア及びクラッドは、最初に、約260の温度のナトリウムの浴槽内で3分間、再拡散することにより、次に、基板の両面間に電界を印加することにより、埋設される。

【0129】

既に理解しているように、クラッド及びコアを埋設する方法の1つの変形例は、図8dに点線で示す物質68の層を基板7上に沈積することからなる。光の案内を可能とするために、この物質は、クラッドの屈折率よりも小さい屈折率を長所的に有さなければならない。

【0130】

本発明による要素はイオン交換技術だけを用いて製造されるのではない。本発明による要素は、明らかに、基板の屈折率を修正するために用いられ得る任意の技術を用いて作られ得る。

【0131】

グレーティングの相互干渉領域に用いられる場合には、コア及びクラッドに対するグレーティングの周期、サイズ及び位置は、応用の関数として適合され得るパラメータである。

【0132】

グレーティングのパターンは、クラッドを生成するためのマスクに関して、及び/またはコアを生成するためのマスクに関して、もしくはクラッド及びコアを同時に生成するための単一のマスクに関して、またはグレーティングだけを生成するための特定のマスクに関して定義され得る。

【0133】

図9a乃至9dは、グレーティングを得るために用いられるマスクM₁、M₂、M₃、M₄の変形の実施形態の例を示す。これらの図は、マスクの上面図を示し、グレーティングを得るために用いられるマスクの部分だけを示す。マスクのパターンにおける白い領域は、マスクにおける開口に対応する。

【0134】

これらのマスクは、周期を有する周期的グレーティングを得るために用いられ得る。

【0135】

例えば、これらのマスクは、コア内に及び/またはクラッド内にグレーティングを生成するための特定のマスクであって良く、もしくはコア及び/またはクラッドを得るために用いられ得、次にグレーティングがコア及び/またはクラッドと同時に作られるマスクの部分であっても良い。

【0136】

上述の図4は、ガイド・コア内に形成される例示的なグレーティングを示す。

【0137】

図10は、コア11及びクラッド9に共通の相互干渉領域に作られるグレーティング33の例示的な実施形態を示す。

【0138】

このように、図10において、グレーティング33 (grating) は、光波の伝播方向に考慮される可変の幅を有する領域34の周期での交互配列によってクラッド9内に形成される。これらの領域は、これらの領域における屈折率変化に起因して、クラッドの残り

10

20

30

40

50

の実効屈折率とは異なった実効屈折率を有する。さらに、コアは、少なくとも相互干渉領域においてクラッド内に含まれ、グレーティングはまたコア内に刻まれる。換言すれば、コアもまた、コアの残りの部分の屈折率とは異なる屈折率を有する領域を含む。

【0139】

グレーティングは、コアにおける及び/またはクラッドにおける基板の実効屈折率を局部的に修正するための任意の従来の技術によって形成されても良い。

【0140】

従って、それは、コア及び/またはクラッドを作るために用いられるイオン交換中に、もしくは特定のイオン交換中に行われ得る。しかし、また、それは、相互干渉領域において基板をエッチングすることにより、もしくは放射により、行われても良い。特に、コア及び/またはクラッドをCO₂タイプのレーザで日射することにより、グレーティングを得ることもできる。レーザは、局部温度上昇を創成することによりイオンを局部的に再拡散し、このように、グレーティングパターンを刻むことができる。

【0141】

例えば、基板は、必要とされたピッチでグレーティングの変調を導入するように、レーザ・ビームで、例えば振幅変調されたレーザ・ビームで走査され得る。

【0142】

グレーティングのパターンは、目的とする使用法に依存する。特に、グレーティングすなわちグレーティングは、可変の周期(チャープグレーティング)、もしくは可変の効率(アポダイズド(apodised)グレーティング)を有し得る。

【図面の簡単な説明】

【0143】

【図1】光ファイバのコア内に作られたグレーティングと関連した光クラッドを図式的に示す斜視図である。

【図2】光ファイバのコア内に作られたグレーティングを関連した光クラッドを図式的に示す断面図である。

【図3】光ガイドのコア内に作られたグレーティングと関連した本発明による光クラッドの例示的な実施形態を図式的に示す斜視図である。

【図4】光ガイドのコア内に作られたグレーティングと関連した本発明による光クラッドの例示的な実施形態を図式的に示す断面図である。

【図5】本発明による相互干渉領域で得られる屈折率 n を有するプロフィルの例を図式的に示す図である。

【図6】フィルタを形成するための本発明による素子の第1の例示的な適用を図式的に示す断面図である。

【図7a】干渉計を形成するための本発明による素子の第2の例示的な適用を図式的に示す斜視図である。

【図7b】干渉計を形成するための本発明による素子の第2の例示的な適用を図式的に示す断面図である。

【図8a】本発明による素子を作成するための例示的な方法を図式的に示す断面図である。

【図8b】本発明による素子を作成するための例示的な方法を図式的に示す断面図である。

【図8c】本発明による素子を作成するための例示的な方法を図式的に示す断面図である。

【図8d】本発明による素子を作成するための例示的な方法を図式的に示す断面図である。

【図9a】コア内にグレーティングを得るためのマスク・パターンの変形的な実施形態を図式的に示す図である。

【図9b】コア内にグレーティングを得るためのマスク・パターンの変形的な実施形態を図式的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図9c】コア内にグレーティングを得るためのマスク・パターンの変形的な実施形態を図式的に示す図である。

【図9d】コア内にグレーティングを得るためのマスク・パターンの変形的な実施形態を図式的に示す図である。

【図10】クラッド内にグレーティングを有した本発明による素子の変形的な実施形態を図式的に示す断面図である。

【符号の説明】

【0144】

- 7・・・基板
- 9・・・光クラッド
- 11・・・光ガイドのコア
- 13・・・グレーティング
- 15・・・クラッド・モード
- 17・・・案内されたモード
- 19・・・端部

【図1】

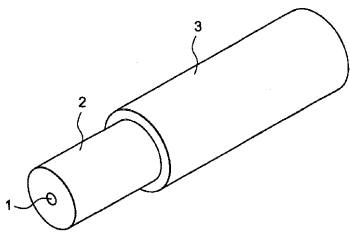


FIG. 1

【図3】

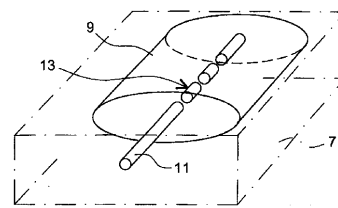


FIG. 3

【図2】

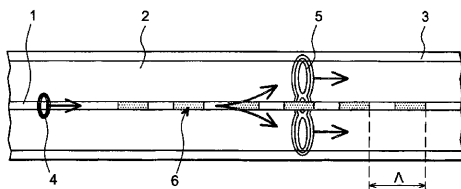


FIG. 2

【図4】

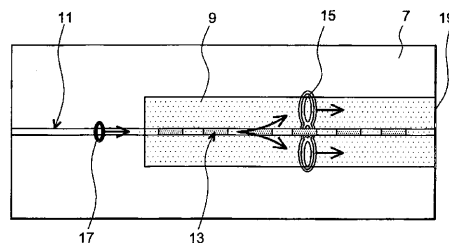


FIG. 4

【 図 5 】

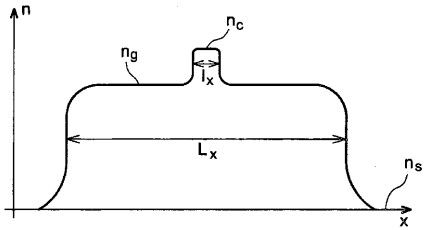


FIG. 5

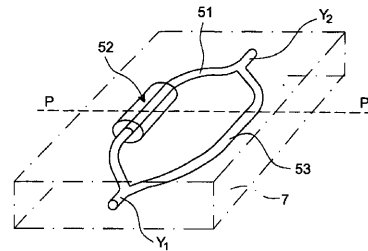


FIG. 7a

【 図 6 】

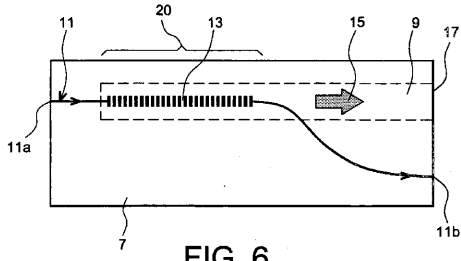


FIG. 6

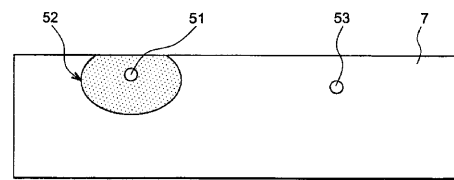


FIG. 7b

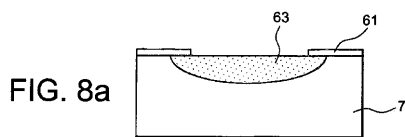


FIG. 8a

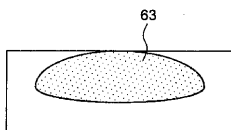


FIG. 8b

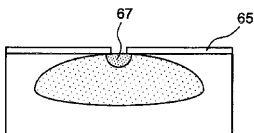


FIG. 8c

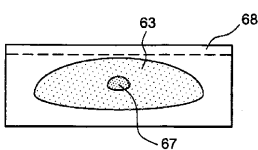


FIG. 8d

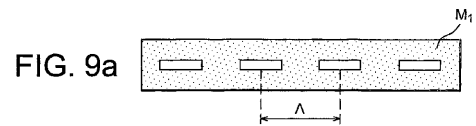


FIG. 9a

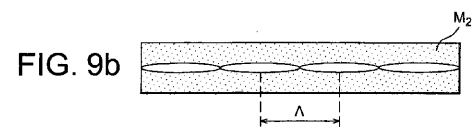


FIG. 9b

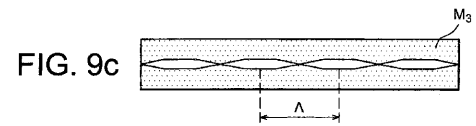


FIG. 9c

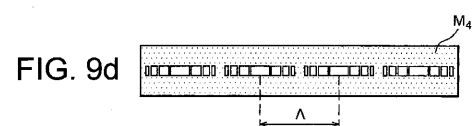


FIG. 9d

【 図 10 】

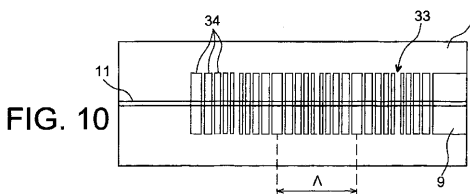


FIG. 10

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/JP03/01442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G02B6/12 G02B6/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PISSADAKIS S ET AL: "High-index overlay gratings on K/sup +/-exchanged waveguides in BK-7 glass using excimer laser ablation" CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS (CLEO 2000). TECHNICAL DIGEST. POSTCONFERENCE EDITION. TOPS VOL.39 (IEEE CAT. NO.00CH37088), CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS (CLEO 2000). TECHNICAL DIGEST. POSTCONFERENCE EDITION. TOPS VOL.39, SAN FRANC, 2000, pages 316-317, XP002227932 2000, Salem, MA, USA, Opt. Soc. America, USA ISBN: 1-55752-634-6	1-5,7,8
Y	the whole document	6
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 8 December 2003		Date of mailing of the international search report 22/12/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Verbandt, Y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FK 03/01442

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>PISSADAKIS S ET AL: "Gratings in indium oxide film overlayers on ion-exchanged waveguides by excimer laser micromachining" APPLIED PHYSICS LETTERS, 5 FEB. 2001, AIP, USA, vol. 78, no. 6, 5 February 2001 (2001-02-05), pages 694-696, XP002227933 ISSN: 0003-6951 the whole document</p>	1-5,7,8
Y	<p>SCHANEN DUPOIT I ET AL: "NEW INTEGRATED-OPTICS INTERFEROMETER IN PLANAR TECHNOLOGY" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 33, no. 25, 1 September 1994 (1994-09-01), pages 5954-5958, XP000473279 ISSN: 0003-6935 figure 1</p>	6
X	<p>LAVERS C R ET AL: "Characterization of secondary silver ion exchange in potassium-ion-exchanged glass waveguides" JOURNAL OF PHYSICS D (APPLIED PHYSICS), 14 FEB. 1994, UK, vol. 27, no. 2, 14 February 1994 (1994-02-14), pages 235-240, XP002227934 ISSN: 0022-3727 page 235, paragraph 1</p>	7-23
X	<p>RAMASWAMY R V ET AL: "ION-EXCHANGED GLASS WAVEGUIDES: A REVIEW" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, vol. 6, no. 6, 1 June 1988 (1988-06-01), pages 984-1002, XP000049599 ISSN: 0733-8724 page 992, right-hand column</p>	7-23
X	<p>US 3 880 630 A (IZAWA TATSUO) 29 April 1975 (1975-04-29) column 5, line 20 - line 41</p>	7-23
X	<p>US 2001/012423 A1 (PANG LILY Y ET AL) 9 August 2001 (2001-08-09) abstract</p>	1,3-5,7
X	<p>US 5 917 974 A (RAMASWAMY RAMU V ET AL) 29 June 1999 (1999-06-29) abstract</p>	1
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/Fr J3/01442

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HONKANEN S ET AL: "SINGLE-MODE GLASS CHANNEL WAVEGUIDES BY ION-EXCHANGE WITH IONIC MASKING" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 94, no. 1 / 2 / 3, 1 November 1992 (1992-11-01), pages 54-58, XP000304319 ISSN: 0030-4018</p>	
A	<p>NAJAFI S I: "OPTICAL BEHAVIOUR OF POTASSIUM ION-EXCHANGED GLASS WAVEGUIDES" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 27, no. 17, 1 September 1988 (1988-09-01), pages 3728-3731, XP000005589 ISSN: 0003-6935</p>	
A	<p>US 5 668 900 A (WU CHI ET AL) 16 September 1997 (1997-09-16)</p>	
A	<p>KOSKOVA J ET AL: "Integrated waveguide structures prepared in very pure glass by electric field assisted K-Na ion exchange" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 156, no. 4-6, 15 November 1998 (1998-11-15), pages 384-391, XP004143092 ISSN: 0030-4018</p>	
A	<p>PISSADAKIS S ET AL: "Relief gratings on Er/Yb-doped borosilicate glasses and waveguides by excimer laser ablation" APPLIED SURFACE SCIENCE, JAN. 2000, ELSEVIER, NETHERLANDS, vol. 153, no. 4, January 2000 (2000-01), pages 200-210, XP002227935 ISSN: 0169-4332</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Invention on patent family members

International application No
PCT/FB J3/01442

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3880630	A	29-04-1975 JP 822586 C	28-07-1976
		JP 48061157 A	27-08-1973
		JP 50038342 B	09-12-1975
US 2001012423	A1	09-08-2001 US 6236773 B1	22-05-2001
US 5917974	A	29-06-1999 NONE	
US 5668900	A	16-09-1997 NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Demande nationale No
 PCT/FR J3/01442

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 G02B6/12 G02B6/14		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G02B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PISSADAKIS S ET AL: "High-index overlay gratings on K/sup +/-exchanged waveguides in BK-7 glass using excimer laser ablation" CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS (CLEO 2000). TECHNICAL DIGEST. POSTCONFERENCE EDITION. TOPS VOL.39 (IEEE CAT. NO.00CH37088), CONFERENCE ON LASERS AND ELECTRO-OPTICS (CLEO 2000). TECHNICAL DIGEST. POSTCONFERENCE EDITION. TOPS VOL.39, SAN FRANC, 2000, pages 316-317, XP002227932 2000, Salem, MA, USA, Opt. Soc. America, USA ISBN: 1-55752-634-6	1-5,7,8
Y	Le document en entier ----- -/--	6
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités: *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
8 décembre 2003		22/12/2003
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Verbandt, Y

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Demande internationale No
 PCT/FR 03/01442

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PISSADAKIS S ET AL: "Gratings in indium oxide film overlayers on ion-exchanged waveguides by excimer laser micromachining" APPLIED PHYSICS LETTERS, 5 FEB. 2001, AIP, USA, vol. 78, no. 6, 5 février 2001 (2001-02-05), pages 694-696, XP002227933 ISSN: 0003-6951 le document en entier	1-5,7,8
Y	SCHANEN DUPORT I ET AL: "NEW INTEGRATED-OPTICS INTERFEROMETER IN PLANAR TECHNOLOGY" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 33, no. 25, 1 septembre 1994 (1994-09-01), pages 5954-5958, XP000473279 ISSN: 0003-6935 figure 1	6
X	LAVERS C R ET AL: "Characterization of secondary silver ion exchange in potassium-ion-exchanged glass waveguides" JOURNAL OF PHYSICS D (APPLIED PHYSICS), 14 FEB. 1994, UK, vol. 27, no. 2, 14 février 1994 (1994-02-14), pages 235-240, XP002227934 ISSN: 0022-3727 page 235, alinéa 1	7-23
X	RAMASWAMY R V ET AL: "ION-EXCHANGED GLASS WAVEGUIDES: A REVIEW" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, vol. 6, no. 6, 1 juin 1988 (1988-06-01), pages 984-1002, XP000049599 ISSN: 0733-8724 page 992, colonne de droite	7-23
X	US 3 880 630 A (IZAWA TATSUO) 29 avril 1975 (1975-04-29) colonne 5, ligne 20 - ligne 41	7-23
X	US 2001/012423 A1 (PANG LILY Y ET AL) 9 août 2001 (2001-08-09) abrégé	1,3-5,7
X	US 5 917 974 A (RAMASWAMY RAMU V ET AL) 29 juin 1999 (1999-06-29) abrégé	1
	-/--	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/01442

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	HONKANEN S ET AL: "SINGLE-MODE GLASS CHANNEL WAVEGUIDES BY ION-EXCHANGE WITH IONIC MASKING" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 94, no. 1 / 2 / 3, 1 novembre 1992 (1992-11-01), pages 54-58, XP000304319 ISSN: 0030-4018	
A	NAJAFI S I: "OPTICAL BEHAVIOUR OF POTASSIUM ION-EXCHANGED GLASS WAVEGUIDES" APPLIED OPTICS, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, US, vol. 27, no. 17, 1 septembre 1988 (1988-09-01), pages 3728-3731, XP000005589 ISSN: 0003-6935	
A	US 5 668 900 A (WU CHI ET AL) 16 septembre 1997 (1997-09-16)	
A	KOSKOVA J ET AL: "Integrated waveguide structures prepared in very pure glass by electric field assisted K-Na ion exchange" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 156, no. 4-6, 15 novembre 1998 (1998-11-15), pages 384-391, XP004143092 ISSN: 0030-4018	
A	PISSADAKIS S ET AL: "Relief gratings on Er/Yb-doped borosilicate glasses and waveguides by excimer laser ablation" APPLIED SURFACE SCIENCE, JAN. 2000, ELSEVIER, NETHERLANDS, vol. 153, no. 4, janvier 2000 (2000-01), pages 200-210, XP002227935 ISSN: 0169-4332	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs

des familles de brevets

Demande nationale No

PCT/FR 03/01442

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3880630	A	29-04-1975	JP 822586 C JP 48061157 A JP 50038342 B	28-07-1976 27-08-1973 09-12-1975
US 2001012423	A1	09-08-2001	US 6236773 B1	22-05-2001
US 5917974	A	29-06-1999	AUCUN	
US 5668900	A	16-09-1997	AUCUN	

フロントページの続き

(72)発明者 クリストフ・マルティネ

フランス・F - 3 8 0 0 0・グルノーブル・リュ・アンドレ・マギノ・5

Fターム(参考) 2H047 KA03 LA02 LA12 LA19 LA23 PA13 PA14 PA24